

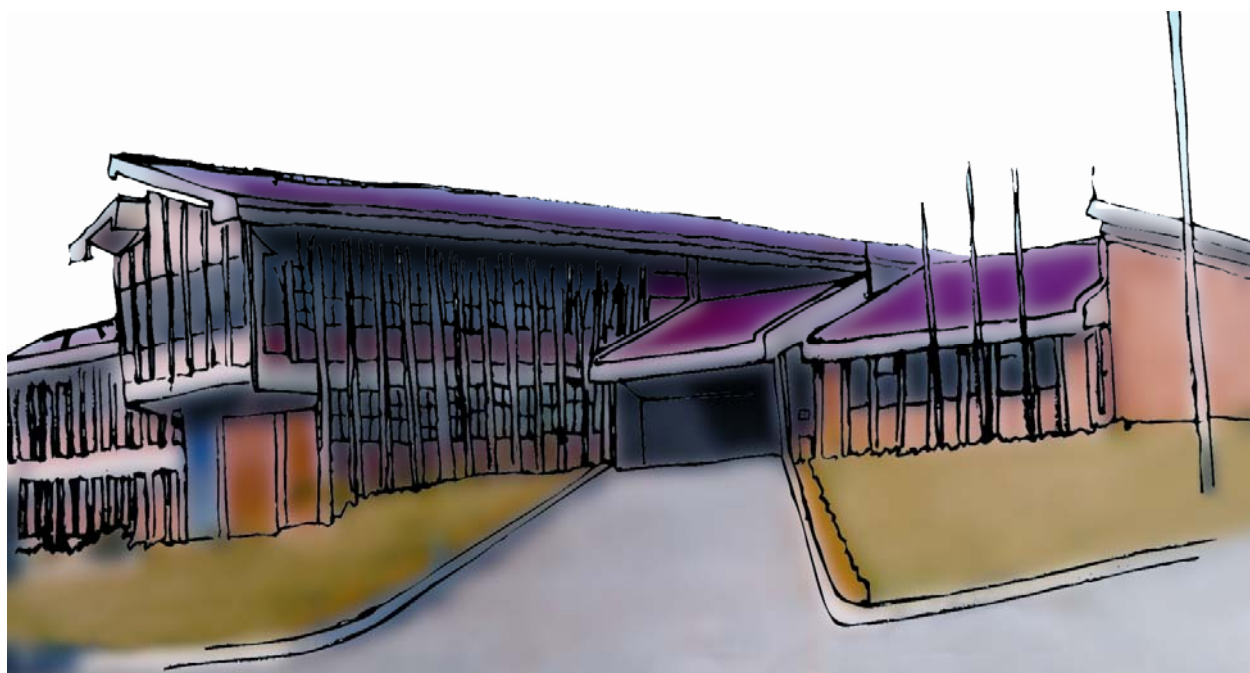


UNED SERRA

CURSO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

INSTRUMENTAÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO: NÍVEL



1ª EDIÇÃO

Janeiro 2006

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 - MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE NÍVEL DE LÍQUIDO .....</b>	<b>3</b>
2.1 - MEDIÇÃO DIRETA .....	3
2.1.1 - Régua ou Gabarito.....	3
2.1.2 - Visores de Nível .....	4
2.1.3 - Bóia ou Flutuador.....	4
2.2 -MEDIÇÃO INDIRETA .....	4
2.2.1 -Medição de Nível por Pressão.....	5
2.2.2 - Medição de Nível por Pressão Diferencial.....	5
2.2.3 - Medição de Nível com Borbulhador.....	7
2.2.4 - Medição de Nível por Empuxo.....	8
2.2.5 - Medição de Nível com Raios Gamas .....	10
2.2.6 - Medição de Nível Capacitivo.....	11
2.2.7 - Medidor de Nível por Ultra Som .....	12
2.3 - MEDIDORES DESCONTÍNUOS DE NÍVEL – CHAVES DE NÍVEL .....	13
<b>3 - MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE NÍVEL DE SÓLIDOS .....</b>	<b>13</b>
<b>EXERCÍCIOS .....</b>	<b>14</b>

## 1 - INTRODUÇÃO

Nível é a altura do conteúdo de um reservatório. O conteúdo pode ser sólido ou líquido.

Através da determinação de nível de um reservatório temos condições:

- a) Avaliar o estoque de tanques de armazenamento.
- b) Controle de processos contínuos onde existam volumes líquidos ou sólidos de acumulação temporária, amortecimento, mistura, residência, etc.

## 2 - MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE NÍVEL DE LÍQUIDO

Os três tipos básicos de medição de nível são:

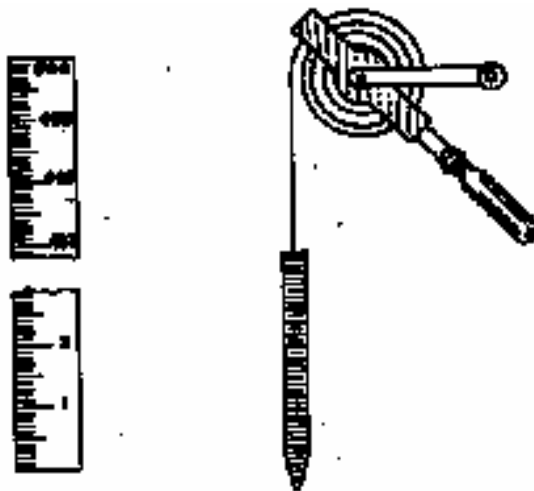
- a) direto
- b) indireto
- c) descontínuo

### 2.1 - MEDIÇÃO DIRETA

E a medição que tomamos como referência a posição do plano superior da substância medida. Neste tipo de medição podemos utilizar réguas ou gabaritos, visores de nível, bóia ou flutuador.

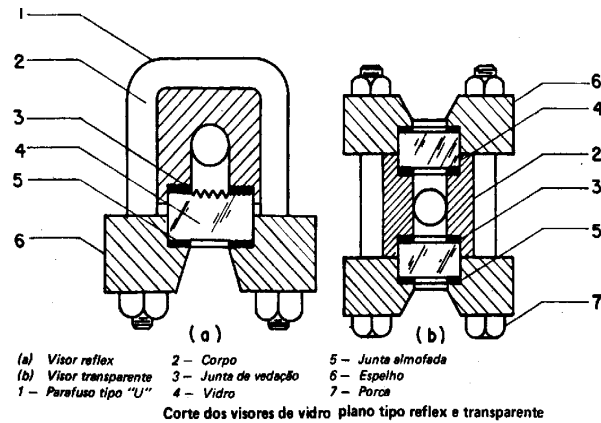
#### 2.1.1 - Régua ou Gabarito

Consiste em uma régua graduada a qual tem um comprimento conveniente para ser introduzida dentro do reservatório a ser medido.



A determinação do nível se efetuará através da leitura direta do comprimento molhado na régua pelo líquido.

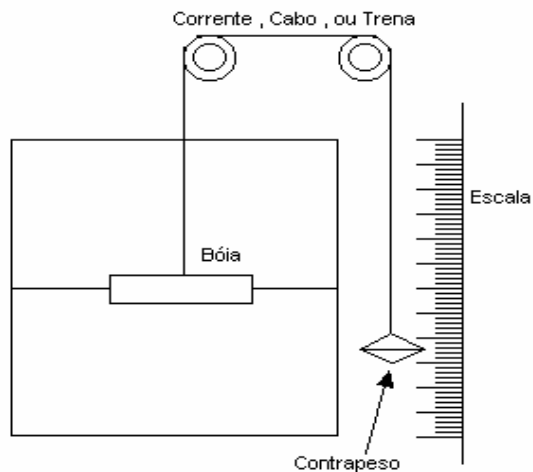
### 2.1.2 -Visores de Nível



Usa-se o princípio dos vasos comunicantes, o nível é observado por um visor de vidro especial, podendo haver uma escala graduada acompanhando o visor. Esta medição é feita em tanques abertos e tanques fechados.

### 2.1.3 - Bóia ou Flutuador

Consiste numa bóia presa a um cabo que tem sua extremidade ligada a um contrapeso. No contrapeso está fixo um ponteiro que indicará diretamente o nível em uma escala. Esta medição é normalmente encontrada em tanques abertos.



## 2.2 -Medição indireta

Neste tipo de medição são usadas propriedades físicas ao nível como: pressão, empuxo e radiação.

### 2.2.1 -Medição de Nível por Pressão

Neste tipo de medição usamos a pressão devido à altura da coluna do líquido, para medirmos indiretamente o nível.

A medida mais apropriada para esse tipo de medição é o mm ou polegada de H<sub>2</sub>O.

Se tivermos um recipiente contendo água e a temperatura ambiente, a medição de nosso instrumento será igual ao nível do tanque.

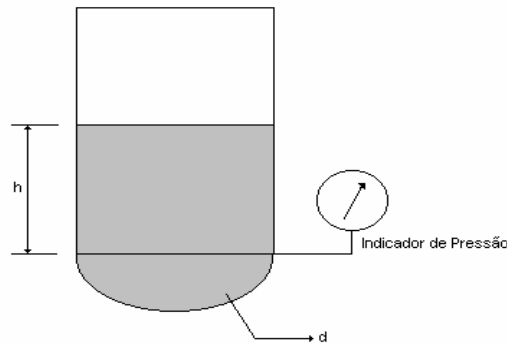
$$h = \frac{P}{d}$$

onde:

h = nível em mm ou em polegada

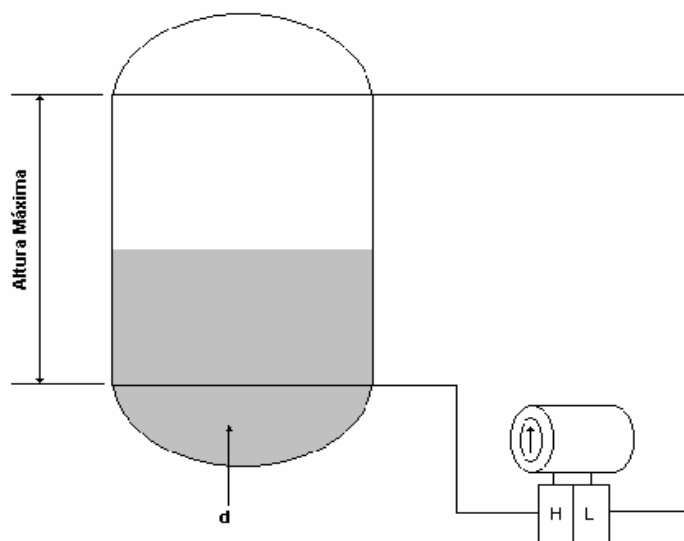
P = Pressão em mm H<sub>2</sub>O ou polegada H<sub>2</sub>O

d = densidade relativa do líquido em relação à água na temperatura ambiente.



### 2.2.2 - Medição de Nível por Pressão Diferencial

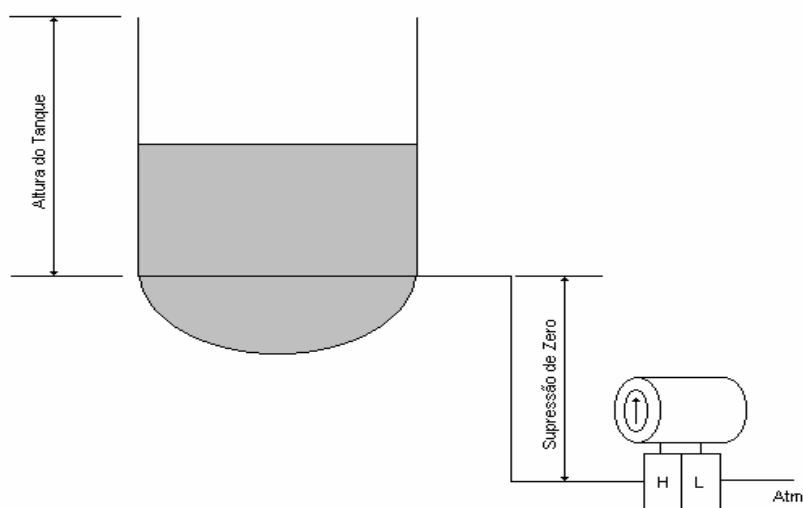
A tomada da parte de baixo do tanque é conectada à câmara de alta pressão. A pressão atuante na câmara de alta é a soma da pressão exercida sob o líquido e a coluna de líquido. A câmara de baixa pressão é conectada somente a pressão exercida sob a superfície.



### 2.2.2.1 - Supressão de Zero

Para maior facilidade de manutenção e acesso ao instrumento, muitas vezes o transmissor é instalado abaixo do tanque. Outras vezes a falta de plataforma fixadora em torno de um tanque elevado resulta na instalação de um instrumento em um plano situado em nível inferior à tomada de alta pressão.

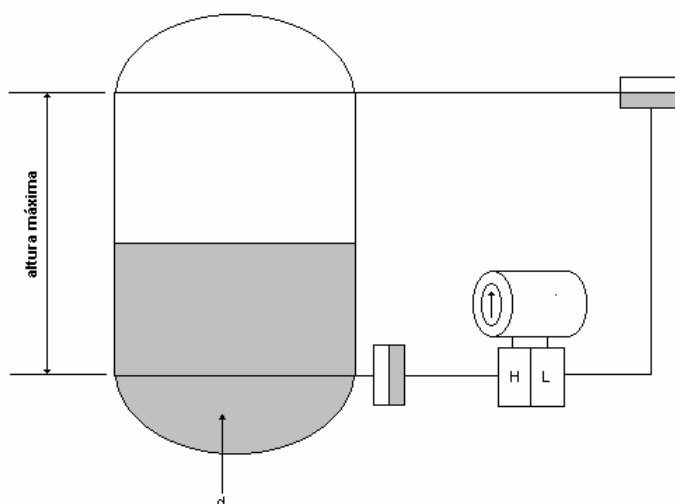
Em ambos os casos, uma coluna líquida se formará com a altura do líquido dentro do tanque, se o problema não fosse contornado, o transmissor indicaria um nível superior ao real.



### 2.2.2.2- Elevação de Zero

Devemos usar selagem quando o fluido possui alta viscosidade, ou quando o fluido se condensa nas linhas de impulso, ou ainda no caso do fluido ser corrosivo. Selam-se então ambas as tubulações de impulso, bem como as câmaras do instrumento.

Na figura abaixo, apresenta-se um sistema de medição de nível com selagem, no qual deve ser feita a elevação, que consiste em anular-se a pressão no lado de baixa pressão, ou melhor, anular-se o efeito de coluna líquida na linha de impulso de baixa pressão.



### 2.2.3 - Medição de Nível com Borbulhador

Com o sistema de borbulhador podemos detectar o nível de líquidos viscosos, corrosivos, bem como de quaisquer líquidos à distância.

Neste sistema necessitamos de um suprimento de ar ou gás e uma pressão ligeiramente superior à máxima pressão hidrostática exercida pelo líquido. Este valor normalmente ajustamos para aproximadamente 20% a mais que a pressão hidrostática. O sistema borbulhador engloba uma válvula agulha, um recipiente com líquido na qual o ar ou gás passará pelo mesmo e um indicador de pressão. Ajustamos a vazão de ar ou gás até que se observe a formação de bolhas em pequenas quantidades. Um tubo levará esta vazão de ar ou gás até o fundo do vaso a qual queremos medir seu nível, teremos então um borbulhamento bem sensível de ar ou gás no líquido o qual queremos medir o nível.

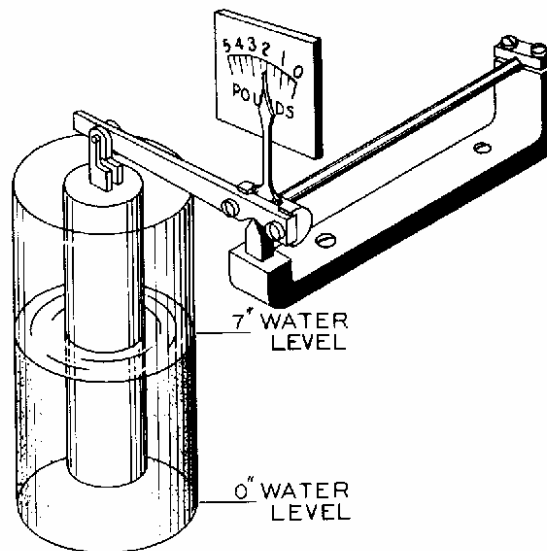
Na tubulação pela qual fluirá o ar ou gás, instalamos um indicador de pressão que indicará um valor equivalente a pressão devido ao peso da coluna líquida.

Nota-se que teremos condições de instalar o medidor a distância.

Ar comprimido, cuja pressão é um pouco superior exercida pelo nível máximo do tanque.







#### 2.2.4.1 - Medição de Nível por Interface

Podemos definir interface como sendo o ponto comum entre dois fluídos não miscíveis.

Na indústria muitas vezes temos que medir o nível da interface em um tanque contendo 2 líquidos diferentes.

Este fato ocorre em torres de destilação, torres de lavagem, decantadores etc.

Um dos métodos mais utilizados para a medição da interface é através da variação do empuxo conforme citaremos a seguir.

Consideremos um flutuador de forma cilíndrica mergulhado em 2 fluídos com pesos específicos diferentes  $\delta_1$  e  $\delta_2$ .

Desta forma, podemos considerar que o empuxo aplicado no flutuador, será a soma dos empuxos  $E_1$  e  $E_2$  aplicados no cilindro, pelos líquidos de pesos específicos  $\delta_1$  e  $\delta_2$ , respectivamente. O empuxo será dado por:

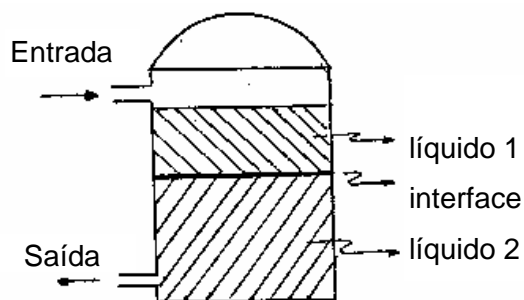
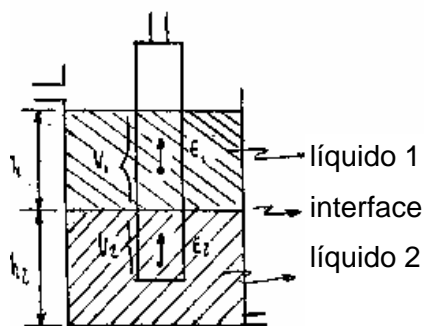
$$E_t = E_1 + E_2$$

onde:

$$E_1 = V_1 \cdot \delta_1$$

$$E_2 = V_2 \cdot \delta_2$$

Assim para diferentes valores de altura de interface, teremos diferentes variações de empuxo.

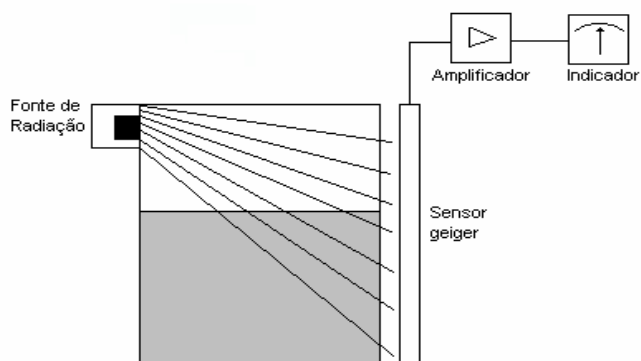


### 2.2.5 - Medição de Nível com Raios Gamas

Os medidores que utilizam radiações nucleares se distinguem pelo fato de serem completamente isentos do contato com os produtos que estão sendo medidos. Além disso, dispensando sondas ou outras técnicas que mantêm contato com sólidos ou líquidos tornando-se possível, em qualquer momento, realizar a manutenção desses medidores, sem a interferência ou mesmo a paralisação do processo.

Dessa forma os medidores que utilizam radiações podem ser usados para indicação e controle de materiais de manuseio extremamente difícil e corrosivos, abrasivos, muito quentes, sob pressões elevadas ou de alta viscosidade.

O sistema de medição por raios gama consiste em uma emissão de raios gama montado verticalmente na lateral do tanque do outro lado do tanque teremos um câmara de ionização que transforma a radiação Gama recebida em um sinal elétrico de corrente contínua. Como a transmissão dos raios é inversamente proporcional a massa do líquido do tanque, a radiação captada pelo receptor é inversamente proporcional ao nível do líquido do tanque, já que o material bloquearia parte da energia emitida.



### 2.2.6 - Medição de Nível Capacitivo

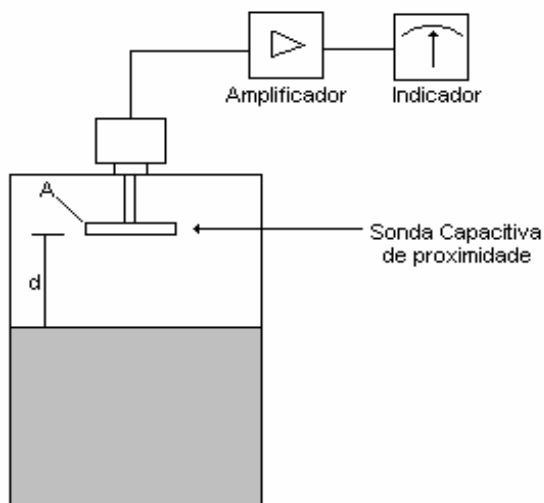
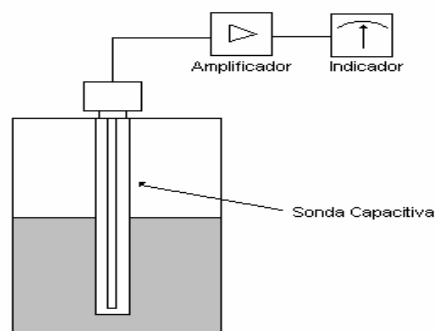
A capacitância é uma grandeza elétrica que existe entre 2 superfícies condutoras isoladas entre si.

O medidor de nível capacitivo mede as capacidades do capacitor formado pelo eletrodo submerso no líquido em relação as paredes do tanque. A capacidade do conjunto depende do nível do líquido.

O elemento sensor, geralmente é uma haste ou cabo flexível de metal. Em líquidos não condutores se empregam um eletrodo normal, em fluídos condutores o eletrodo é isolado normalmente com teflon. A medida que o nível do tanque for aumentando o valor da capacitância aumenta progressivamente a medida que o dielétrico ar é substituído pelo dielétrico líquido a medir.

A capacitância é convertida por um circuito eletrônico numa corrente elétrica sendo este sinal indicado em um medidor.

A medição de nível por capacitância também pode ser feita sem contato, através de sondas de proximidade. A sonda consiste de um disco compondo uma das placas do capacitor. A outra placa é a própria superfície do produto



### **2.2.7 - Medidor de Nível por Ultra Som**

#### **- Aplicação**

Os dispositivos do tipo ultra-sônico podem ser usados para a detecção contínua de nível, além de poderem atuar como sensores de nível pré-determinado ( chave de nível ).

Os dispositivos destinados a detecção contínua de nível caracterizam-se, principalmente, pelo tipo de instalação, ou seja, os transdutores podem encontrar-se totalmente submersos no produto, ou instalados no topo do equipamento sem contato com o produto.

#### **- Princípios Físicos**

O ultra-som é uma onda sonora, cuja frequência de oscilação é maior que aquela sensível pelo ouvido humano, isto é, acima de 20 khz.

A geração ocorre quando uma força externa excita as moléculas de um meio elástico, esta excitação é transferida de molécula a molécula do meio, com uma velocidade que depende da elasticidade e inércia das moléculas. A propagação do ultra-som depende, portanto, do meio.

Dependendo do meio, faremos a distinção da propagação nos sólidos, líquidos e gases.

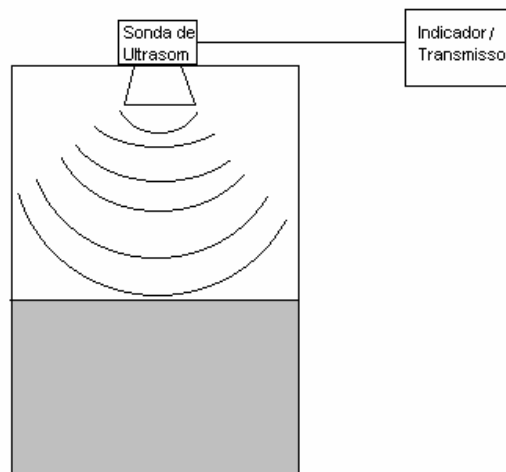
Assim sendo, a velocidade do som é a base para a medição através da técnica de eco, usada nos dispositivos ultra-sônicos.

#### **- Geração do Ultra-som**

As ondas de ultra-som são geradas pela excitação elétrica de materiais piezoelétricos.

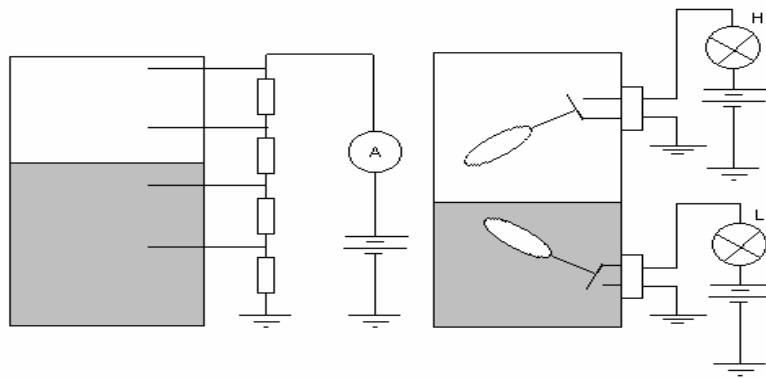
A característica marcante destes materiais é produção de um deslocamento quando aplicamos uma tensão. Assim sendo, eles podem ser usados como gerador de ultra-som, compondo, portanto, os transmissores.

Inversamente, quando se aplica uma força em uma material piezoelétrico, resulta o aparecimento de uma tensão no seu terminal elétrico. Nesta modalidade, o material piezoelétrico é usado como receptor de ultra-som.



### 2.3 - MEDIDORES DESCONTÍNUOS DE NÍVEL – CHAVES DE NÍVEL

Estes medidores são empregados para fornecer indicação apenas quando o nível atinge certos pontos desejados.



Nos líquidos que conduzem eletricidade, podemos mergulhar eletrodos metálicos de comprimento diferente. Quando houver condução entre os eletrodos teremos a indicação de que o nível atingiu a altura do último eletrodo alcançado pelo líquido.

### 3 - MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE NÍVEL DE SÓLIDOS

É necessário medir o nível dos sólidos, geralmente em forma de pó ou grãos, em silos, alto-fornos etc., pelos mesmos motivos da medição de nível dos líquidos.

Esta medição é comumente feita por dispositivos eletro-mecânicos, onde é colocada uma sonda sobre a carga ou conteúdo. o cabo da sonda movimenta um transdutor eletro-mecânico, que envia um sinal para um indicador, cuja a escala é graduada para nível.

Também são usados raios gama , capacitivo ou ultra-som para determinar o nível de sólidos.

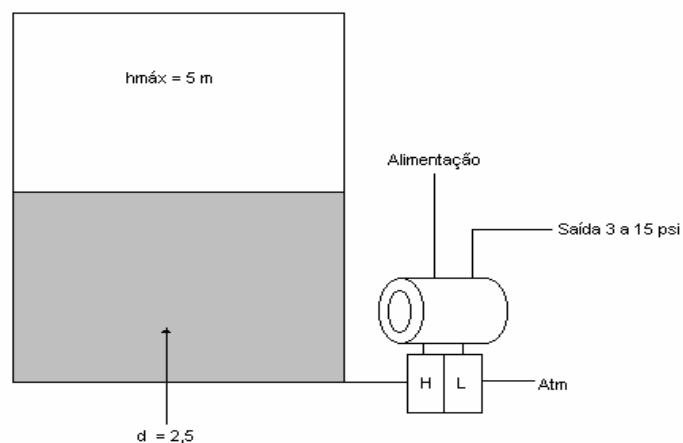
## EXERCÍCIOS

- 1 - Defina o que é nível.
- 2 - Qual a finalidade da medição de nível?
- 3 - Cite 3 métodos de medição de nível?
- 4 - Cite 3 tipos de medidores diretos de nível?
- 5 - No que consiste o medidor de nível tipo régua?
- 6 - Qual o princípio de funcionamento dos visores de nível?
- 7 - No que consiste o medidor de nível tipo bóia?
- 8 - Quais as propriedades físicas usadas na medição de nível indireta?
- 9 - Em que teorema se baseia a medição de nível por pressão?
- 10 - Calcule a pressão no fundo de um reservatório cujo nível da água está a 2,5 m da base.
- 11 - Calcule a pressão no fundo de um tanque de óleo cujo nível esta a 3 m da base. A densidade do óleo é do 0,8.
- 12 - Como é feita a medição de nível indireta em tanques fechados e pressurizados?
- 13 - Calcule o pedido:
  - a) 62% da faixa de -30 mmHg à 50 mmHg = \_\_\_\_\_
  - b) 4% da faixa de 13 PSI à 25 PSI = \_\_\_\_\_
  - c) 79% da faixa de 50 mmHg à 200 mmHg = \_\_\_\_\_
  - d) 39% da faixa de 0,2 Kpa à 1 Kpa = \_\_\_\_\_
  - e) 33% da faixa de -100 mmH<sub>2</sub>O à 10 mm H<sub>2</sub>O = \_\_\_\_\_
  - f) 20% da faixa de -100 PSI à 100 PSI = \_\_\_\_\_
  - g) 42% da faixa de 750 "H<sub>2</sub>O à 1000 "H<sub>2</sub>O = \_\_\_\_\_
  - h) 81% da faixa de 500°C à 800°C = \_\_\_\_\_
  - i) 73% da faixa de -20° à 120°C = \_\_\_\_\_
  - j) 93% da faixa de -150 "Hg à 20"Hg = \_\_\_\_\_

14 - Determine o pedido:

a) Range do instrumento: \_\_\_\_\_ mmH<sub>2</sub>O

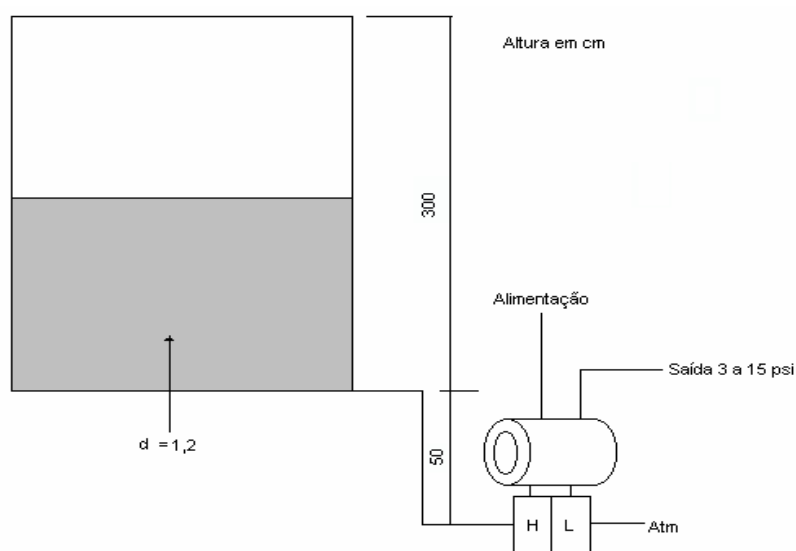
b) Saída do instrumento quando o nível for 78%: \_\_\_\_\_ PSI



15 - Explique em que situação de instalação, se deve fazer o ajuste de supressão de zero em um transmissor de nível por pressão diferencial.

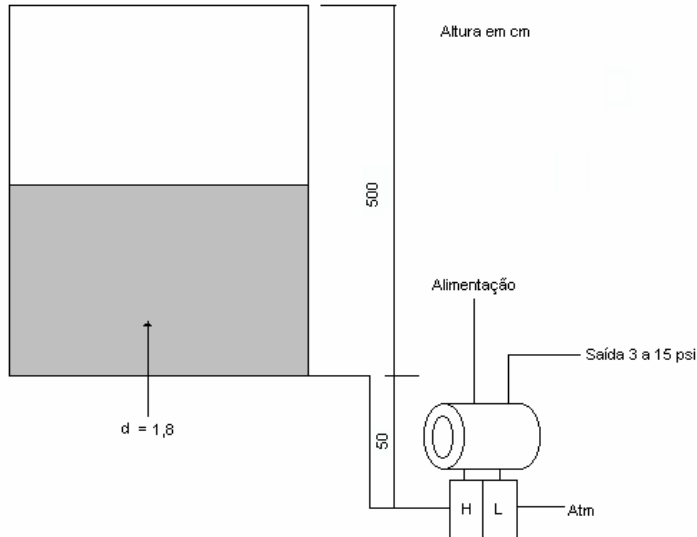
16 - Calcule o range do instrumento em mmH<sub>2</sub>O:

Range = \_\_\_\_\_ mm H<sub>2</sub>O



17 - Determine o pedido:

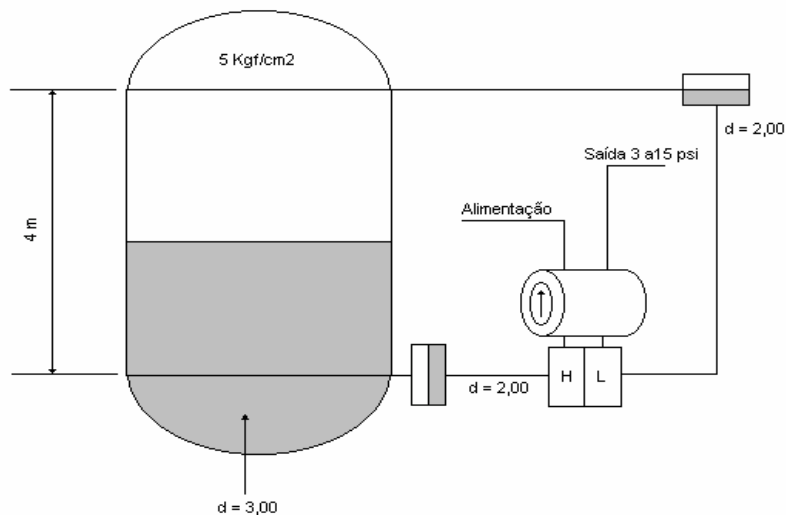
- a) Range do instrumento: \_\_\_\_\_ "H<sub>2</sub>O
- b) Saída do instrumento quando o nível for 37%: \_\_\_\_\_ PSI
- c) Nível quando a saída for 13,6 PSI: \_\_\_\_\_ %



18 - Explique em que situação de instalação, se deve fazer o ajuste de elevação de zero em transmissor de nível por pressão diferencial.

19 - Determine o range do instrumento em mmH<sub>2</sub>O:

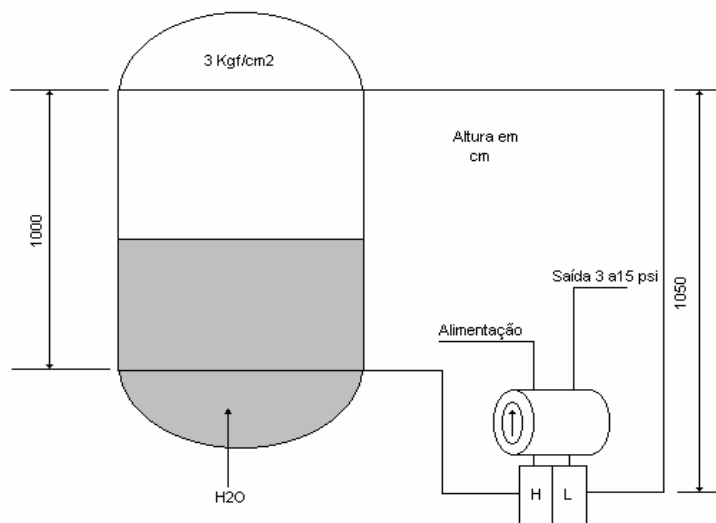
Range = \_\_\_\_\_ mmH<sub>2</sub>O





20 - Determine o range do instrumento em "H<sub>2</sub>O":

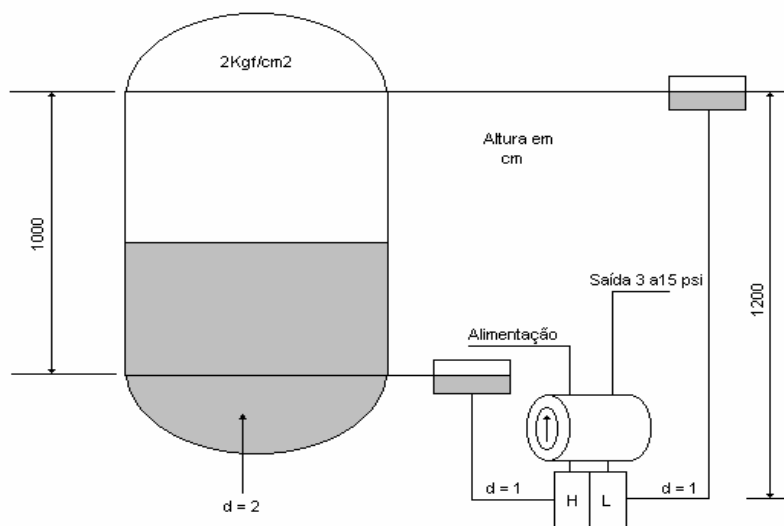
Range = \_\_\_\_\_ "H<sub>2</sub>O"



21 - Determine o pedido:

Range do instrumento: \_\_\_\_\_ mmH<sub>2</sub>O

Saída do instrumento quando o  $\Delta P$  FOR = 0 : \_\_\_\_\_ PSI



22 - Quais são as aplicações da medição de nível com borbulhador?

23 - Para qual valor devemos ajustar a pressão do borbulhador?

- 24 - Como é composto o sistema para a medição de nível com borbulhador?
- 25 - Como deve ser feito o ajuste do borbulhador?
- 26 - O que podemos instalar na tubulação por onde fluirá o ar ou gás?
- 27 - Em que princípio se baseia a medição de nível por empuxo?
- 28 - O que diz o princípio de Arquimedes?
- 29 - Qual a fórmula matemática que define o empuxo?
- 30 - Em que situação do processo ocorre a medição de nível por interface?
- 31 - Defina o que é interface.
- 32 - Qual a vantagem da medição de nível por raios gama?
- 33 - No que consiste a medição de nível por raios gama?
- 34 - Na medição de nível capacitivo, o que forma o capacitor?
- 35 - Normalmente como é o elemento sensor da medição de nível capacitiva?
- 36 - Na medição de nível capacitivo, quando os líquidos forem condutores o que devemos fazer?
- 37 - Defina o que são medidores descontínuos de nível.
- 38 - Quais são os dispositivos utilizados na medição de nível de sólidos?